

This Page Is Inserted by IFW Operations  
and is not a part of the Official Record

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning documents *will not* correct images,  
please do not report the images to the  
Image Problem Mailbox.**

AK

MENU

SEARCH

INDEX

1/1



JAPANESE PATENT OFFICE

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number: 10012381

(43)Date of publication of application: 16.01.1998

(51)Int.Cl.

H05B 33/14

(21)Application number: 08158320

(71)Applicant:

MITSUBISHI CHEM CORP

(22)Date of filing: 19.06.1996

(72)Inventor:

KANAI HIROYUKI

(54) ORGANIC ELECTROLUMINESCENT ELEMENT

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide an organic electroluminescent element to suppress the reduction in luminance in driving by specifying the quantities of lithium contained by a negative electrode and a metal regulated in work function, respectively, in an electroluminescent element.

SOLUTION: In an organic electroluminescent element having at least a positive electrode, an organic light emitting layer, and a negative electrode successively provided on a base, the negative electrode is formed of an alloy containing magnesium, lithium, and a metal having a work function of 4.0eV or more (preferably, silver, indium). The content of the lithium is set to 0.002-2 atomic %, preferably 0.01-1.5 atomic % to the whole alloy, and the content of the metal having the work function of 4.0eV or more to 1-30 atomic %, preferably 5-20 atomic % to the whole alloy. The negative electrode layer preferably has a thickness of about 10nm or more and 1000nm or less. Thus, an organic electroluminescent element in which the stability of film of the negative electrode is improved to suppress the reduction in emitting luminance.

LEGAL STATUS

AK

3874 (d)

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平10-12381

(43) 公開日 平成10年(1998) 1月16日

(51) Int.Cl.<sup>6</sup>

H 0 5 B 33/14

識別記号

庁内整理番号

F I

H 0 5 B 33/14

技術表示箇所

審査請求 未請求 請求項の数2 O L (全 7 頁)

(21) 出願番号 特願平8-158320

(22) 出願日 平成8年(1996) 6月19日

(71) 出願人 000005968

三菱化学株式会社

東京都千代田区丸の内二丁目5番2号

(72) 発明者 金井 浩之

神奈川県横浜市青葉区鴨志田町1000番地

三菱化学株式会社横浜総合研究所内

(74) 代理人 弁理士 長谷川 暁可

(54) 【発明の名称】 有機電界発光素子

(57) 【要約】

【課題】 陰極の膜の安定性が向上し、発光輝度の低下が抑制された有機電界発光素子の提供。

【解決手段】 少なくとも陽極、有機発光層及び陰極が基板上に順次設けられてなる有機電界発光素子であって、該陰極が、マグネシウム、リチウム及び仕事関数が4.0 eV以上の金属を含有する合金からなり、リチウムの含有量が0.002~2原子%であり且つ仕事関数が4.0 eV以上の金属の含有量が1~30原子%であることを特徴とする有機電界発光素子。

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 少なくとも陽極、有機発光層及び陰極が基板上に順次設けられてなる有機電界発光素子であって、該陰極が、マグネシウム、リチウム及び仕事関数が4.0 eV以上の金属を含有する合金からなり、リチウムの含有量が0.002～2原子%であり且つ仕事関数が4.0 eV以上の金属の含有量が1～30原子%であることを特徴とする有機電界発光素子。

【請求項2】 仕事関数が4.0 eV以上の金属が金、銀、アルミニウム、インジウム、クロム、マンガン、ニッケル、コバルト、錫及び銅からなる群から選ばれた少なくとも一種である請求項1に記載の有機電界発光素子。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、有機電界発光素子（以下有機EL素子と略記する）に関する。詳しくは、本発明は、少なくとも陽極、有機発光層及び陰極が基板上に設けられてなる有機EL素子であって、該陰極が特定の合金からなる有機EL素子に関する。本発明の有機EL素子は、フラットパネル、ディスプレイの分野や面発光体、表示板、標識灯等へ応用することができる。

## 【0002】

【従来の技術】従来、薄膜型の電界発光（EL）素子としては、無機材料のII-VI族化合物半導体であるZnS、CaS、SrS等に、発光中心であるMnや希土類元素（Eu、Ce、Tb、Sm等）をドーブしたものが一般的であるが、上記の無機材料から作製したEL素子は、

- 1) 交流駆動が必要（50～1000 Hz）、
  - 2) 駆動電圧が高い（～200 V）、
  - 3) フルカラー化が困難（特に青色が問題）、
  - 4) 周辺駆動回路のコストが高い、
- という問題点を有している。

【0003】しかし、近年、上記問題点の改良のため、有機薄膜を用いたEL素子の開発が行われるようになった。特に、発光効率を高めるために電極からのキャリア注入の効率向上を目的とした電極種類の最適化を行い、芳香族ジアミンからなる有機正孔輸送層と8-ヒドロキシキノリンのアルミニウム錯体からなる発光層を設けた有機EL素子の開発（Appl. Phys. Lett., 51巻, 913頁, 1987年）により、従来のアントラセン等の単結晶を用いたEL素子と比較して発光効率の大幅な改善がなされている。

【0004】また、有機発光層としては、ポリ（p-フェニレンビニレン）（Nature, 347巻, 539頁, 1990年; Appl. Phys. Lett., 61巻, 2793頁, 1992年）、ポリ〔2-メトキシ、5-（2'-エチルヘキソキシ）-1,4-フェニレンビニレン〕（Appl. Phys. Lett., 5

8巻, 1982頁, 1991年; Thin Solid Films, 216巻, 96頁, 1992年; Nature, 357巻, 477頁, 1992年）、ポリ（3-アルキルチオフェン）（Jpn. J. Appl. Phys., 30巻, L1938頁, 1991年; J. Appl. Phys., 72巻, 564頁, 1992年）等の高分子材料の開発や、ポリビニルカルbazol等の高分子に発光材料と電子移動材料を混合した素子（応用物理, 61巻, 1044頁, 1992年）も開発されている。

【0005】以上に示したような有機EL素子においては、通常、陽極としてはインジウム錫酸化物（ITO）のような透明電極が用いられるが、陰極に関しては電子注入を効率よく行うために仕事関数の低い金属電極が用いられる。例えばアルカリ金属以外の複数の金属を含有し、少なくとも一種の金属の仕事関数が4.0 eV以下の合金（特開平2-15595号公報）、カルシウム（Appl. Phys. Lett., 68巻, 147頁, 1996年）や、アルミニウムに微量のリチウムを添加したアルミニウム合金（特開平5-121172号公報）等を挙げることができる。これらの金属は反応性が高いため、劣化を防止するために、更に上部に保護層を設ける（特開平4-233194号公報）等の方法が試されているが、輝度低下の抑制においては十分な特性が得られていないのが現状である。

## 【0006】

【発明が解決しようとする課題】これまでに開示されている有機EL素子では、EL発光は陽極から注入された正孔と陰極から注入された電子との再結合によりもたらされる。一般に、キャリアの注入は、電子の場合、陰極と有機発光層との界面における注入障壁を乗り越えて行われなければならない。この電子注入障壁を低くして注入効率を向上させるために、マグネシウム合金やカルシウム等の低仕事関数の金属電極が陰極として使用されているが安定性に欠けるため、輝度低下が激しいという欠点を有している。本発明の課題は、駆動時における輝度低下が抑制された有機EL素子を提供することにある。

## 【0007】

【課題を解決するための手段】本発明者は、上記課題を解決するために鋭意検討した結果、陰極としてマグネシウム、リチウム及び仕事関数が4.0 eV以上の金属を含有する合金系を用いることにより輝度劣化が抑制されることを見出し、本発明を完成するに至った。

【0008】即ち、本発明は、少なくとも陽極、有機発光層及び陰極が基板上に順次設けられてなる有機電界発光素子であって、該陰極が、マグネシウム、リチウム及び仕事関数が4.0 eV以上の金属を含有する合金からなり、リチウムの含有量が0.002～2原子%であり且つ仕事関数が4.0 eV以上の金属の含有量が1～3

0原子%であることを特徴とする有機電界発光素子、にある。

【0009】

【発明の実施の形態】以下、本発明の有機EL素子について添付図面に従い説明する。図1は本発明の有機EL素子の構造例を模式的に示す断面図であり、1は基板、2は陽極層、3は有機発光層、4は陰極層を各々表わす。基板1は本発明の有機EL素子の支持体となるものであり、石英やガラスの板、金属板や金属箔、プラスチックフィルムやシート等が用いられるが、ガラス板や、ポリエステル、ポリメタアクリレート、ポリカーボネート、ポリスルホン等の透明な合成樹脂基板が好ましい。

【0010】基板1上には陽極層2が設けられるが、この陽極層2としては通常、アルミニウム、金、銀、ニッケル、パラジウム、テルル等の金属、インジウム及び／又は錫の酸化物等の金属酸化物やヨウ化銅、カーボンブラック、或いは、ポリ(3-メチルチオフェン)等の導電性高分子等により構成される。導電層の形成は通常、スパッタリング法、真空蒸着法等により行われることが多いが、銀等の金属微粒子或いはヨウ化銅、カーボンブラック、導電性の金属酸化物微粒子、導電性高分子微粉末等の場合には、適当なバインダー樹脂溶液に分散し、基板上に塗布することにより形成することもできる。更に、導電性高分子の場合は電界重合により直接基板上に薄膜を形成したり、基板上に塗布して形成することもできる( Appl. Phys. Lett., 60巻, 2711頁, 1992年)。上記の導電層は異なる物質で積層することも可能である。

【0011】陽極層2の厚みは、必要とする透明性により異なるが、透明性が必要とされる場合は、可視光の透過率が60%以上、好ましくは80%以上透過することが望ましく、この場合、厚みは、通常、5~1000nm、好ましくは10~500nm程度である。不透明でよい場合は陽極層2は基板1と同一でもよい。また、更には上記の陽極層を異なる物質で積層することも可能である。

【0012】陽極層2の上には有機発光層3が設けられるが、有機発光層3は、電界を与えられた電極間において、陽極から注入された正孔と陰極から注入された電子が効率よく再結合し、発光する材料から形成される。通常、この有機発光層3は発光効率の向上のために、図2に示すように、正孔輸送層3aと電子輸送層3bに分割して機能分離型にすることが行われる( Appl. Phys. Lett., 51巻, 913頁, 1987年)。また、更に正孔輸送層3aは、図3に示すように正孔の注入を主に担当する正孔注入層3a1と正孔の輸送を主に担う正孔輸送層3a2に分離し駆動特性の向上が計られている( Appl. Phys. Lett., 65巻, 807頁, 1994年)。

【0013】図3の機能分離型素子において、正孔注入

層3a1の材料としては、陽極層2からの正孔注入効率が低いことが望まれる。そのためには、イオン化ポテンシャルが小さいことが要求される。更に陽極層2との密着性が高く安定していることが望まれる。このような材料としては、銅フタロシアニン、スターバーストアミン( Mol. Cryst. Liq. Cryst., 211巻, 431頁, 1992年, Appl. Phys. Lett., 65巻, 807頁, 1994年)等を挙げることができる。これらは、スピコート法や真空蒸着法等によって成膜される。正孔注入層の膜厚は通常1~100nm、好ましくは5~50nmである。この薄い膜を一樣に形成するためには、真空蒸着法がよく用いられる。正孔注入層3a1の上には、正孔輸送層3a2が積層される。正孔注入層によって注入された正孔を正孔輸送層へ注入されるために、正孔輸送層のイオン化ポテンシャルが正孔注入層のイオン化ポテンシャルより小さいか同程度であることが望まれる。また、正孔移動度が大きく、トラップとなる不純物が製造時や使用時に発生しにくいことが要求される。

【0014】このような正孔輸送化合物としては、例えば、特開昭59-194393号公報及び米国特許第4,175,960号明細書の第13~14欄に解説される、N, N'-ジフェニル-N, N'-(3-メチルフェニル)-1, 1'-ビフェニル-4, 4'-ジアミン; 1, 1'-ビス(4-ジ-p-トリルアミノフェニル)シクロヘキサン; 4, 4'-ビス(ジフェニルアミノ)クワドロフェニル等の芳香族アミン系化合物、特開平2-311591号公報に示されるヒドラゾン化合物、米国特許第4,950,950号明細書に示されるシラザン化合物等が挙げられる。これらの化合物は、単独で用いるか、必要に応じて、各々、混合して用いてもよい。上記の化合物以外に、ポリビニルカルバゾールやポリシラン( Appl. Phys. Lett., 59巻, 2760頁, 1991年)等の高分子材料が挙げられる。

【0015】上記の有機正孔輸送材料は塗布法或いは真空蒸着法により形成される。塗布の場合は、有機正孔輸送化合物を一種又は二種以上と必要により正孔のトラップにならないバインダー樹脂や、レベリング剤等の塗布性改良剤等の添加剤を添加し溶解した塗布溶液を調製し、スピコート法等の方法により陽極層、又は、正孔注入層上に塗布し、乾燥して有機正孔輸送層を形成する。バインダー樹脂としては、ポリカーボネート、ポリアリレート、ポリエステル等が挙げられる。バインダー樹脂は添加量が多いと正孔移動度を低下させるので、少ない方が望ましく、50重量%以下が好ましい。

【0016】真空蒸着法の場合には、有機正孔輸送材料を真空容器内に設置されたるつぼに入れ、真空容器内を適当な真空ポンプで $10^{-6}$ Torrにまで排気した後、るつぼを加熱して、正孔輸送材料を蒸発させ、るつぼと

向き合って置かれた基板上に層を形成する。正孔輸送層の膜厚は、通常、10～300nm、好ましくは30～100nmである。このように薄い膜を一樣に形成するためには、真空蒸着法がよく用いられる。

【0017】正孔輸送層の材料としては有機化合物の代わりに無機材料を使用することも可能である。無機材料に要求される条件は、有機正孔輸送化合物と同じである。正孔輸送層に用いられる無機材料としては、p型水素化非晶質シリコン、p型水素化非晶質炭化シリコン、p型水素化微結晶性炭化シリコン、或いは、p型硫化亜鉛、p型セレン化亜鉛等が挙げられる。これらの無機正孔輸送層はCVD法、プラズマCVD法、真空蒸着法、スパッタ法等により形成される。無機正孔輸送層の膜厚も有機正孔輸送層と同様に、通常、10～300nm、好ましくは30～100nmである。

【0018】正孔輸送層の上には電子輸送層3bが設けられるが、電子輸送層は、電界を与えられた電極間において陰極からの電子を効率よく正孔輸送層の方向に輸送することができる化合物より形成される。有機電子輸送化合物としては、陰極層4からの電子注入効率が高く、且つ、注入された電子を効率よく輸送することができる化合物であることが必要である。そのためには、電子親和力が大きく、しかも電子移動度が大きく、更に安定性に優れトラップとなる不純物が製造時或使用時に発生しにくい化合物であることが要求される。

【0019】このような条件を満たす材料としては、テトラフェニルブタジエン等の芳香族化合物（特開昭57-51781号公報）、8-ヒドロキシキノリンのアルミニウム錯体等の金属錯体（特開昭59-194393号公報）、シクロペンタジエン誘導体（特開平2-289675号公報）、ペリノン誘導体（特開平2-289676号公報）、オキサジアゾール誘導体（特開平2-216791号公報）、ビスチリルベンゼン誘導体（特開平1-245087号公報、同2-222484号公報）、ペリレン誘導体（特開平2-189890号公報、同3-791号公報）、クマリン化合物（特開平2-191694号公報、同3-792号公報）、希土類錯体（特開平1-256584）、ジスチリルピラジ

ン誘導体（特開平2-252793号公報）、p-フェニレン化合物（特開平3-33183号公報）、チアジアゾロピリジン誘導体（特開平3-37292号公報）、ピロロピリジン誘導体（特開平3-37293号公報）、ナフチリジン誘導体（特開平3-203982号公報）等が挙げられる。

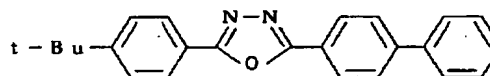
【0020】これらの化合物を用いた有機電子輸送層は、電子を輸送する役割と、正孔と電子の再結合の際に発光をもたらす役割を同時に果しており、発光層を兼ねている。有機正孔輸送化合物が発光機能を有する場合は、有機電子輸送層は電子を輸送する役割だけを果たす。

【0021】素子の発光効率を向上させると共に発光色を変える目的で、例えば、8-ヒドロキシキノリンのアルミニウム錯体をホスト材料として、クマリン等のレーザ用蛍光色素をドープすること（J. Appl. Phys., 65巻, 3610頁, 1989年）も行われている。本発明においても上記の有機電子輸送材料をホスト材料として各種の蛍光色素を10<sup>-3</sup>～10モル%ドープすることにより、素子の発光特性を更に向上させることができる。電子輸送層3bの膜厚は、通常、10～200nm、好ましくは30～100nmである。

【0022】有機電子輸送層も有機正孔輸送層と同様の方法で形成することができるが、通常は真空蒸着法が用いられる。有機EL素子の発光効率を更に向上させる方法として、電子輸送層3bの上に更に他の電子輸送層3cを積層することが考えられる（図4参照）。この電子輸送層3cに用いられる化合物には、陰極からの電子注入が容易で、電子の輸送能力が更に大きいことが要求される。このような電子輸送材料としては、

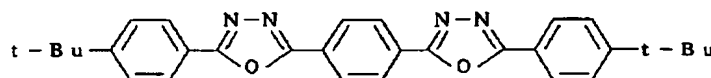
【0023】

【化1】



【0024】

【化2】



【0025】等のオキサジアゾール誘導体（Appl. Phys. Lett., 55巻, 1489頁, 1989年）やそれらをPMMA等の樹脂に分散した系（Appl. Phys. Lett., 61巻, 2793頁, 1992年）、又は、n型水素化非晶質炭化シリコン、n型硫化亜鉛、n型セレン化亜鉛等が挙げられる。電子輸送層3cの膜厚は、通常、5～200nm、好ましくは10～100nmである。

【0026】また、機能分離を行わない単層型の有機発

光層3としては、先に挙げたポリ（p-フェニレンビニレン）（Nature, 347巻, 539頁, 1990年; Appl. Phys. Lett., 61巻, 2793頁, 1992年）、ポリ[2-メトキシ、5-（2'-エチルヘキソキシ）-1,4-フェニレンビニレン]（Appl. Phys. Lett., 58巻, 1982頁, 1991年; Thin Solid Films, 216巻, 96頁, 1992年; Nature, 357巻, 477頁, 1992年）、ポリ（3-アルキルチオ

フェン) (Jpn. J. Appl. Phys., 30 巻, L1938頁, 1991年; J. Appl. Phys., 72巻, 564頁, 1992年) 等の高分子材料や、ポリビニルカルバゾール等の高分子に発光材料と電子移動材料を混合した系(応用物理, 61巻, 1044頁, 1992年)がある。

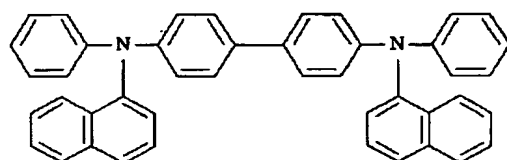
【0027】この上に、陰極層4が形成される。陰極層4は有機発光層3bに電子を注入する役割を果たす。また、長期間安定に動作するために膜質が安定していることも要求される。このような条件を満たす材料として、マグネシウム、リチウム及び仕事関数が4.0eV以上の金属を含有する合金が好適であることを本発明者は見出した。

【0028】電子の注入を容易にするため、リチウムが添加されるが、その含有量は、合金全体に対して0.002~2原子%、好ましくは0.01~1.5原子%である。仕事関数が4.0eV以上の金属は、主として膜の安定化を増加させる目的で添加される。このような金属としては、例えば、金、銀、アルミニウム、インジウム、クロム、マンガン、ニッケル、コバルト、錫、銅等を挙げることができる。これらの中、銀、インジウムが好ましい。仕事関数が4.0eV以上の金属含有量は、合金全体に対して1~30原子%、好ましくは5~20原子%である。

【0029】また、陰極層の膜厚は通常1nm以上1000nm以下であり、好ましくは10nm以上1000nm以下である。更にこの上に保護層として、他の金属を成膜することも可能である。これらの膜の成膜方法としては、それぞれの金属を独立の蒸発源として用いる同時蒸着法により成膜する方法、予め合金を作製しておき、単一蒸発源から成膜する方法等を挙げることができる。仕事関数が4.0eV以上の金属を混合することにより、陰極膜の安定性が増し、その結果電子注入が安定に行われるようになり、結果的に輝度の劣化が緩やかになったものと思われる。

【0030】

【実施例】以下、本発明を実施例により更に具体的に説明するが、本発明はその要旨を越えない限り、以下の実



(H-1)

【0036】次に、有機電子輸送層および発光層の材料として、下記構造式(E-1)で表わされる8-ヒドロキシキノリンのアルミニウム錯体、A1(C<sub>9</sub>H<sub>6</sub>NO)<sub>3</sub>を用い、ドーパント材料としては、下記構造式

(D-1)で表わされるルブレンを用いて上記有機正孔輸送層3a2の上に同様にして蒸着を行なった。この時のホスト材料の入ったるつぼの温度は310~320℃

施例の記載に限定されるものではない。

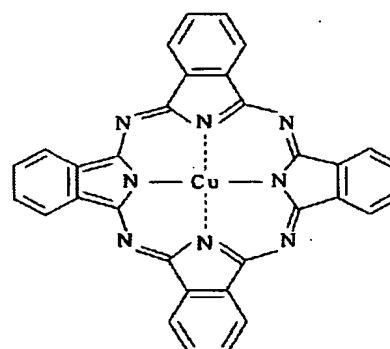
【0031】実施例1

図2に示す構造を有する有機EL素子を以下の方法で作製した。ガラス基板上にインジウム・スズ酸化物(ITO)透明導電膜を120nm堆積したものをアセトンで超音波洗浄、純水で水洗、イソプロピルアルコールで超音波洗浄、乾燥窒素で乾燥、UV/オゾン洗浄を行った後、真空蒸着装置内に設置して、装置内の真空度が $3 \times 10^{-6}$ Torr以下になるまで油拡散ポンプを用いて排気した。

【0032】有機正孔注入層材料として、下記構造式(I-1)で表わされる銅フタロシアニン化合物をモリブデンモートに入れ、加熱して蒸着を行った。この時の真空度は $2 \times 10^{-6}$ Torrで、蒸着速度は2nm/秒であり、蒸着時間1分45秒で膜厚20nmの有機正孔注入輸送層3a1を得た。

【0033】

【化3】

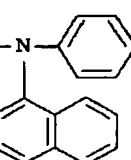


(I-1)

【0034】次に有機正孔輸送層材料として、下記構造式(H-1)で表わされる芳香族アミン化合物をセラミックるつぼに入れ、るつぼの周囲のタantal線ヒーターで加熱して蒸着を行った。この時のるつぼの温度は、220~260℃の範囲で制御した。蒸着時の真空度は $3 \times 10^{-6}$ Torrで、蒸着時間2分00秒で膜厚60nmの有機正孔輸送層3a2を得た。

【0035】

【化4】

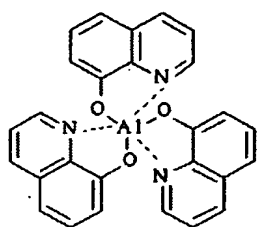


(H-1)

の範囲で、ドーパントの入ったるつぼの温度は130~140℃の範囲で制御した。蒸着時の真空度は $3 \times 10^{-6}$ Torr、蒸着時間は3分30秒、膜厚は75nmであった。この時のドーパントの濃度は1.1%であった。

【0037】

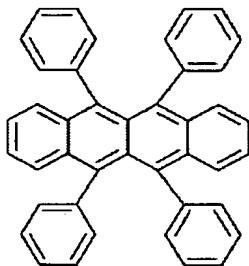
【化5】



(E-1)

【0038】

【化6】



(D-1)

【0039】最後に陰極として、マグネシウムと銀とリチウムの合金電極を三元同時蒸着法によって膜厚50nmで蒸着した。この時の真空度は $3 \times 10^{-6}$ Torr、蒸着時間は4分30秒で光沢のある膜が得られた。マグネシウム、銀及びリチウムの含有量はそれぞれ、91.8原子%、7.8原子%及び0.4原子%であった。この素子を電流密度 $90 \text{ mA/cm}^2$ の定電流でこの素子を駆動した時、初期輝度の8割まで輝度が低下する時間は10時間であった。

【0040】実施例2

陰極の組成をマグネシウムとインジウムとリチウムの合金電極に変えた他は実施例1と同様にして素子を作製した。この時のマグネシウム、インジウム及びリチウムの含有量はそれぞれ90.1原子%、8.5原子%及び1.4原子%であった。この素子を電流密度 $90 \text{ mA/cm}^2$ の定電流で駆動した時、初期輝度の8割まで輝度が低下する時間は10時間であった。

【0041】比較例1

陰極の組成をマグネシウムと銀の合金電極に変えた他は実施例1と同様にして素子を作製した。この時のマグネシウムと銀の含有量は88.5原子%、11.5原子%であった。この素子を電流密度 $90 \text{ mA/cm}^2$ の定電流で駆動した時、初期輝度8割まで輝度が低下する時間は0.5時間であった。

【0042】比較例2

陰極の組成をマグネシウムと銀の合金電極に変えた他は実施例1と同様にして素子を作製した。この時のマグネシウム、銀及びリチウムの含有量はそれぞれ88.2原

子%、8.6原子%及び3.2原子%であった。この素子を電流密度 $90 \text{ mA/cm}^2$ の定電流で駆動した時、初期輝度の8割まで輝度が低下する時間は3.5時間であった。

【0043】比較例3

陰極の組成をマグネシウムと銀の合金電極に変えた他は実施例1と同様にして素子を作製した。この時のマグネシウム、銀及びリチウムの含有量はそれぞれ55.1原子%、44.6原子%及び0.3原子%であった。この素子を電流密度 $90 \text{ mA/cm}^2$ の定電流で駆動した時、初期輝度の8割まで輝度が低下する時間は3.5時間であった。

【0044】

【発明の効果】本発明の有機電界発光素子によれば、少なくとも陽極（アノード）、有機発光層、陰極（カソード）、が基板上に順次設けられ、しかも、陰極材料としてマグネシウムとリチウムと仕事関数が4.0eV以上の金属を含有する合金を使用しているため、陰極の膜の安定性が向上し、結果として発光輝度の低下を抑制することができた。従って、本発明のEL素子はフラットパネル・ディスプレイ（例えばOAコンピュータ用や壁掛けテレビ）の分野や面発光体としての特徴を生かした光源（例えば、複写機の光源、液晶ディスプレイや計器類のバックライト光源）、表示板、標識灯への応用が考えられ、その技術的価値は大きいものである。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の有機EL素子の一例を示した模式断面図である。

【図2】本発明の有機EL素子の別の例を示した模式断面図である。

【図3】本発明の有機EL素子の別の例を示した模式断面図である。

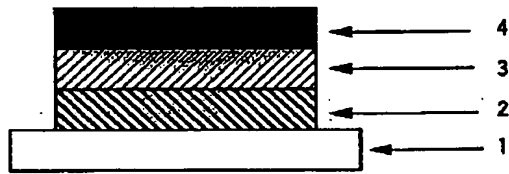
【図4】本発明の有機EL素子の別の例を示した模式断面図である。

【符号の説明】

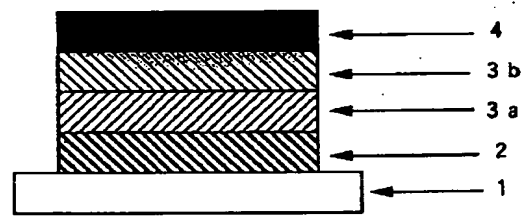
- 1 基板
- 2 陽極層
- 3 有機発光層
- 3 a 正孔輸送層
- 3 a 1 正孔注入層
- 3 a 2 正孔輸送層
- 3 b 有機電子輸送層
- 3 c 3 bとは異なる化合物で構成される有機電子輸送層
- 4 陰極層



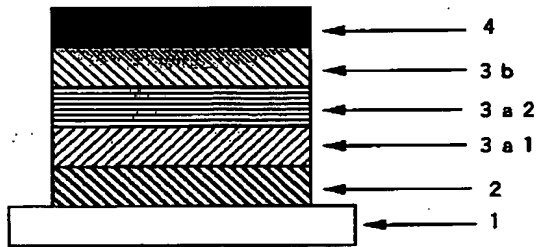
【図1】



【図2】



【図3】



【図4】

